

VERTRAG ÜB DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM
GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 16 JAN 2002

WIPO PCT



67

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 1999P4773 WO N	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/03291	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 21/09/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 30/09/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01L33/00		
Anmelder OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH & CO. OHG et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 4 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).
Diese Anlagen umfassen insgesamt 3 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 04/04/2001	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 14.01.2002
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Werner, A Tel. Nr. +49 89 2399 2272 

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

1-10 ursprüngliche Fassung

Patentansprüche, Nr.:

1-~~10~~ ursprüngliche Fassung

Zeichnungen, Blätter:

1/4-4/4 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/03291

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	
	Nein: Ansprüche	1-10
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:
siehe Beiblatt

Zu Punkt V

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der
erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und
Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: US-A-5779924

D2: US-A-5698865

D3: EP-A-0405757

2. Der Gegenstand der Ansprüche 1-10 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit (Art. 33(3) PCT).

- 2.1 D1 (siehe Fig. 7c, Ansprüche 1,9,10) offenbart eine LED, bei der sich über der vertikal strukturierten Stromaufweitungsschicht (siehe Anspruch 1 "transparent window layer") eine laterale zusammenhängende Kontaktschicht (4) befindet.

Der einzige Unterschied zwischen dem Gegenstand der Ansprüche 1,3,5,9,10 und der Offenbarung von D1 besteht in dem letzten Merkmal des Anspruchs 1.

Dieses Merkmal ist jedoch in D2 offenbart, siehe (Figs. 1,2, Zusammenfassung). Es ist offensichtlich die LED nach D1 mit einer Kontaktstruktur nach D2 zu versehen, um eine homogene Stromeinkopplung zu erzielen.

- 2.2 Der Gegenstand der Ansprüche 2,4,6-8 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit (Art. 33(3) PCT), da die zusätzlichen Merkmale entweder dem Fachmann bekannt oder z.B. in D3 (betrifft Anspruch 7) offenbart sind.

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in den Dokumenten D1-D3 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch diese Dokumente angegeben.

Patentansprüche

1. Lichtemissionsdiode (100), mit
 - einer Halbleiterschichtstruktur enthaltend ein Substrat (10) und mindestens eine auf dem Substrat (10) geformte lichterzeugende Schicht (20) und eine auf die lichterzeugende Schicht (20) aufgebrachte, transparente Stromaufweitungsschicht (30),
 - einer ersten elektrischen Kontaktschicht auf der Substratrückseite, und
 - einer zweiten elektrischen Kontaktschicht (50), die auf der Stromaufweitungsschicht (30) angeordnet ist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
 - die Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine vertikale Strukturierung (40) zur Verbesserung der Lichtauskopplung aufweist, und
 - die zweite elektrische Kontaktschicht (50) eine laterale Struktur mit einer zentralen, insbesondere kreisrunden oder quadratischen Kontaktfläche (51) und einer zu dem Mittelpunkt der zentralen Kontaktfläche (51) rotationssymmetrischen Kontaktstruktur (52; 53; 54) aus im Vergleich zur Diodenbreite schmalen Kontaktstegen (52; 53) und/oder Kontaktpunkten (54) aufweist, die eine im wesentlichen homogene Einkopplung des elektrischen Stromes in die Stromaufweitungsschicht bewirkt.
2. Lichtemissionsdiode (100) nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
 - die Rotationssymmetrie ganzzahlig ist und insbesondere der Rotationssymmetrie der Lichtemissionsdiode entspricht.
3. Lichtemissionsdiode (100) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
 - die zweite elektrische Kontaktschicht (50) in sich zusammenhängend ausgebildet ist.

4. Lichtemissionsdiode (100) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
- die zweite elektrische Kontaktschicht (50) in sich nicht
5 zusammenhängend ist und durch eine transparente, leitfähige Materialschicht untereinander verbunden ist.
5. Lichtemissionsdiode (100) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, daß
- die zweite elektrische Kontaktschicht (50) auf strukturierten und/oder unstrukturierten Abschnitten der Stromaufweitungsschicht angeordnet ist.
- 15 6. Lichtemissionsdiode (100) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
- die vertikale Strukturierung (40) die Form von
vorzugsweise regelmäßig angeordneten n-seitigen ($n \geq 3$)
20 Pyramiden, Pyramidenstümpfen, Kegeln oder Kegelstümpfen aufweist.
7. Lichtemissionsdiode (100) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
25 dadurch gekennzeichnet, daß
- die zweite Kontaktschicht (50) einen äußeren umlaufenden Kontaktsteg (52), der entlang dem Rand der Diode verläuft, und einen inneren umlaufenden Kontaktsteg (52), der
zwischen der zentralen Kontaktfläche (51) und dem äußeren
30 umlaufenden Kontaktsteg verläuft, aufweist, die untereinander und mit der zentralen Kontaktfläche (51) über in radiale Richtung verlaufende Kontaktstege (53) verbunden sind.
- 35 8. Lichtemissionsdiode (100) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
- der innere umlaufende Kontaktsteg (52) mittig zwischen dem

äußeren umlaufenden Kontaktsteg (52) und der zentralen Kontaktfläche angeordnet ist und die radialen Kontaktstege (53) entlang den Seitenhalbierenden der Ränder der Diode verlaufen.

5

9. Verfahren zur Herstellung einer Lichtemissionsdiode (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- 10 - auf einem Substrat (10) eine lichterzeugende Schicht (20) und anschließend eine relativ dicke und transparente Stromaufweitungsschicht (30) aufgebracht wird und die Substratrückseite mit einer ersten elektrischen Kontaktschicht versehen wird,
- 15 - in der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine vertikale Strukturierung (40) zur Verbesserung der Lichtauskopplung erzeugt wird,
- auf die strukturierte Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine zweite elektrische Kontaktschicht (50) mit der gewünschten lateralen Struktur aufgebracht wird.

20

10. Verfahren zur Herstellung einer Lichtemissionsdiode (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- 25 - auf einem Substrat (10) eine lichterzeugende Schicht (20) und anschließend eine relativ dicke und transparente Stromaufweitungsschicht (30) aufgebracht wird und die Substratrückseite mit einer ersten elektrischen Kontaktschicht versehen wird,
- 30 - auf die Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine zweite elektrische Kontaktschicht (50) mit der gewünschten lateralen Struktur aufgebracht wird, und
- in der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine vertikale Strukturierung (40) außerhalb der Bereiche der zweiten elektrischen Kontaktschicht (50) zur Verbesserung
- 35 der Lichtauskopplung erzeugt wird.

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

5

10/089017

Applicant's or agent's file reference 1999 P 4773 WO N	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE00/03291	International filing date (day/month/year) 21 September 2000 (21.09.00)	Priority date (day/month/year) 30 September 1999 (30.09.99)
International Patent Classification (IPC) of national classification and IPC H01L 33/00		
Applicant OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH & CO. OHG		

1.	This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2.	This REPORT consists of a total of <u>4</u> sheets, including this cover sheet. <input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT). These annexes consist of a total of <u>3</u> sheets.
3.	This report contains indications relating to the following items: I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report II <input type="checkbox"/> Priority III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited VII <input checked="" type="checkbox"/> Certain defects in the international application VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 04 April 2001 (04.04.01)	Date of completion of this report 14 January 2002 (14.01.2002)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE00/03291

I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages _____ 1-10 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
pages _____ 1-10 _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the drawings:
pages _____ 1/4-4/4 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 00/03291

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	1-10	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1. The following documents are referred to:

D1: US-A-5 779 924

D2: US-A-5 698 865

D3: EP-A-0 405 757

2. The subject matter of Claims 1-10 does not involve an inventive step (PCT Article 33(3)).

2.1 D1 (see Figure 7c and Claims 1, 9 and 10) discloses an LED in which a lateral coherent contact layer (4) overlays the vertically structured current-dispersing layer (see Claim 1 "transparent window layer").

The sole difference between the subject matter of Claims 1, 3, 5, 9 and 10 and the disclosure of D1 consists in the last feature of Claim 1.

However, this feature is disclosed in D2 (see Figures 1 and 2 and abstract). Providing the LED as per D1 with a contact structure as per D2 in order to achieve homogeneous current injection is an obvious step.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 00/03291

- 2.2 The subject matter of Claims 2, 4 and 6-8 does not involve an inventive step (PCT Article 33(3)) since the additional features are either known to a person skilled in the art or are disclosed in, for example, D3 (with respect to Claim 7).

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 00/03291

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

Contrary to PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not cite D1-D3 or indicate the relevant prior art disclosed therein.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 1999 P 4773 P	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 00/ 03291	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 21/09/2000	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 30/09/1999
Anmelder OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH & CO. OHG et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.



Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.



Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das



in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.



zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.



Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2.



Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3.



Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 2



wie vom Anmelder vorgeschlagen



keine der Abb.



weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.



weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L33/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 779 924 A (KISH JR FRED A ET AL) 14. Juli 1998 (1998-07-14)	1,4,6,8, 9
Y	Ansprüche 1,9,10; Abbildung 7C ---	2,3,5,7
Y	US 5 698 865 A (GERNER JOCHEN ET AL) 16. Dezember 1997 (1997-12-16) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 1 ---	2,3,5
Y	EP 0 405 757 A (HEWLETT PACKARD CO) 2. Januar 1991 (1991-01-02) Abbildung 3 ---	7
A	US 5 744 828 A (NISHITANI KATSUHIKO ET AL) 28. April 1998 (1998-04-28) Abbildung 1 --- -/--	2,3

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Januar 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/01/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Werner, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>CUEVAS A ET AL: "26-PERCENT EFFICIENT POINT-JUNCTION CONCENTRATOR SOLAR CELLS WITH AFRONT METAL GRID" IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS,US,IEEE INC. NEW YORK, Bd. 11, Nr. 1, 1990, Seiten 6-8, XP000085361 ISSN: 0741-3106 Abbildung 2</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/03291

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5779924	A	14-07-1998	DE 19709228 A	25-09-1997
			GB 2311413 A	24-09-1997
			JP 10004209 A	06-01-1998
			SG 54385 A	16-11-1998
US 5698865	A	16-12-1997	DE 19517697 A	14-11-1996
			JP 8316525 A	29-11-1996
EP 0405757	A	02-01-1991	JP 3035568 A	15-02-1991
			US 5087949 A	11-02-1992
US 5744828	A	28-04-1998	JP 9036431 A	07-02-1997

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE
in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 16 August 2001 (16.08.01)	
International application No. PCT/DE00/03291	Applicant's or agent's file reference 1999 P 4773 P
International filing date (day/month/year) 21 September 2000 (21.09.00)	Priority date (day/month/year) 30 September 1999 (30.09.99)
Applicant WIRTH, Ralph et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

04 April 2001 (04.04.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Antonia Muller
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. April 2001 (05.04.2001) ✓

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/24280 A1 ✓

(51) Internationale Patentklassifikation: H01L 33/00

CO. OHG [DE/DE]; Wernerwerkstrasse 2, 93049 Regensburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03291

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. September 2000 (21.09.2000)(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WIRTH, Ralph [DE/DE]; Augustenstrasse 13, 93049 Regensburg (DE).
STREUBEL, Klaus [DE/DE]; Erlenstrasse 7, 93164 Laaber (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(74) Anwalt: EPPING HERMANN & FISCHER GBR; Postfach 12 10 26, 80034 München (DE).

(30) Angaben zur Priorität:
199 47 030.8 30. September 1999 (30.09.1999) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, KR, US.

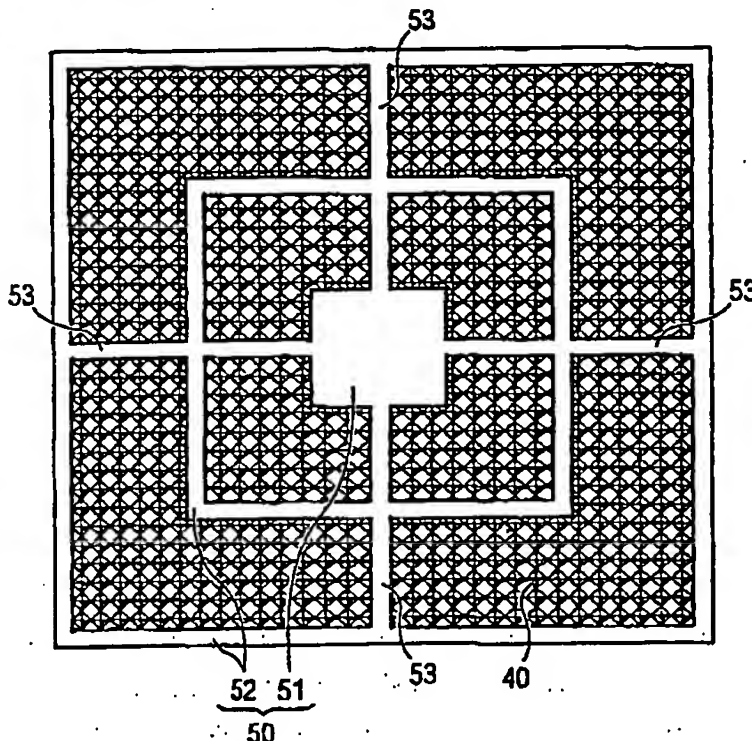
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH &

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SURFACE STRUCTURED LIGHT-EMITTING DIODE WITH IMPROVED CURRENT COUPLING

(54) Bezeichnung: OBERFLÄCHENSTRUKTURIERTE LICHTEMISSIONSDIODE MIT VERBESSERTER STROMEINKOPPLUNG



(57) Abstract: The light output from a light emitting diode (100), comprising a light generating layer (20) and a relatively thick, transparent current dispersing layer (30), is improved by a vertical structuring of the surfaces of the current dispersing layer (30) and, by means of a second electrical contact layer (50) with a distributed lateral structure, an essentially homogeneous coupling of electrical current in the current dispersing layer (30) can be obtained.

(57) Zusammenfassung: Bei einer Lichtemissionsdiode (100) mit einer lichtzeugenden Schicht (20) und einer relativ dicken, transparenten Stromaufweitungsschicht (30) wird durch eine vertikale Strukturierung der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine Verbesserung der Lichtauskopplung erzielt und gleichzeitig durch eine zweite elektrische Kontaktschicht (50) mit einer verteilten, lateralen Struktur eine im wesentlichen homogene Einkopplung des elektrischen Stroms in die Stromaufweitungsschicht (30) erzielt.

WO 01/24280 A1

1999 P 4773

1

Beschreibung

Oberflächenstrukturierte Lichtemissionsdiode mit verbesserter
Stromeinkopplung

5

Die Erfindung betrifft eine Lichtemissionsdiode nach dem
Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Insbesondere betrifft die
Erfindung eine oberflächenstrukturierte Lichtemissionsdiode,
bei der zur Verbesserung der Homogenität der Stromzufuhr eine
10 elektrische Kontaktschicht eine laterale Struktur aufweist,
mit welcher eine im wesentlichen homogene Einkopplung des
elektrischen Stroms in die Lichtemissionsdiode erzielt werden
kann.

15 Lichtemissionsdioden, wie Halbleiter-Leuchtdioden (LED),
zeichnen sich insbesondere dadurch aus, daß je nach Material-
system der interne Umwandlungswirkungsgrad von zugeführter
elektrischer Energie in Strahlungsenergie sehr groß, d.h.
durchaus größer als 80 % sein kann. Die effektive Lichtaus-
20 kopplung aus dem Halbleiterkristall wird jedoch durch den ho-
hen Brechungsindexsprung zwischen dem Halbleitermaterial (ty-
pischerweise $n = 3,5$) und dem umgebenden Harzguß-Material
(typischerweise $n = 1,5$) erschwert. Der sich daraus ergebende
kleine Totalreflexionswinkel an der Grenzfläche Halbleiter-
25 Harzvergußmaterial von ca. 26° führt dazu, daß nur ein Bruch-
teil des erzeugten Lichts ausgekoppelt werden kann. In der
typischerweise bei der Herstellung verwendeten einfachen wür-
felförmigen Gestalt der LED bleibt ein Strahlungsbündel, das
nicht in dem ca. 26° weiten Auskoppelkegel emittiert wird, in
30 dem Halbleiterkristall gefangen, da sein Winkel zu den Ober-
flächennormalen auch durch Vielfachreflexion nicht verändert
wird. Das Strahlungsbündel wird infolgedessen früher oder
später durch Absorption vor allem im Bereich des Kontakts,
der aktiven Zone oder im Substrat verlorengehen. Insbesondere
35 bei InGaAlP-LEDs stellt das absorbierende GaAs-Substrat ein
besonderes Problem dar. In konventionellen LEDs dieser Art
gehen die von der aktiven Zone in Richtung zur Oberfläche der

LED emittierte Strahlen, die außerhalb des Auskoppelkegels liegen, mit hoher Wahrscheinlichkeit im Substrat durch Absorption verloren.

- 5 Der in der Praxis am häufigsten verwendete Weg, das geschilderte Problem zu mildern, besteht darin, eine dicke Halbleiter-Schicht an der Oberseite der LED aufzubringen. Dies ermöglicht die teilweise Nutzung der seitlichen Auskoppelkegel der emittierten Lichtstrahlung.

10

- In der U.S.-A-5,008,718 wird vorgeschlagen, in einer AlGaInP-LED hauptsächlich aus Gründen der lateralen Verbreiterung des durch einen elektrischen Kontakt injizierten Stromes eine elektrisch leitfähige und für die emittierte Lichtstrahlung
15 transparente GaP-Schicht auf den aktiven, lichtemittierenden Schichten aufzubringen. Auf den vorteilhaften Nebeneffekt der Verminderung der internen Totalreflexion und die Ermöglichung der seitlichen Auskopplung der Lichtstrahlung durch die Wirkung der dicken GaP-Schicht wird an anderer Stelle hingewiesen.
20 Zusätzlich wird vorgeschlagen, das für die emittierte Lichtstrahlung undurchsichtige GaAs-Substrat durch Abätzen zu entfernen und durch mindestens eine transparente Substratschicht aus einem geeigneten Material, wie GaP, zu ersetzen.

- 25 Auch in der U.S.-A-5,233,204 wird die Verwendung einer oder mehrerer dicker und transparenter Schichten in einer Lichtemissionsdiode vorgeschlagen. Für die Anordnung und Anzahl dieser transparenten Schichten werden verschiedene Konfigurationen beschrieben. Unter anderem wird eine unterhalb der aktiven, lichterzeugenden Schicht angeordnete, sich in Richtung
30 auf das Substrat verjüngende und trichterförmig gebildete Schicht vorgeschlagen (Fig. 10).

- Bei ersten Computersimulationen hat sich bereits gezeigt, daß
35 eine Oberflächenstrukturierung der obersten dicken, transparenten Halbleiterschicht zu verbesserten Werten für die Lichtauskopplung führt. Insbesondere eine Oberflächenstrukturi-

1999 P 4773

3

rierung bestehend aus vorzugsweise regelmäßig angeordneten n-seitigen Prismen, Pyramiden oder Pyramidenstümpfen, Zylindern, Kegeln, Kegelstümpfen und dergleichen hat zu einer deutlichen Verbesserung der Lichtauskopplung geführt. Das
5 liegt daran, daß die zunächst steil nach oben verlaufenden Strahlen an den strukturierten Oberflächen reflektiert werden, mit jeder der Reflexionen jedoch flacher verlaufen, so daß sie schließlich seitlich aus den Seitenwänden der strukturierten Bereiche der Oberfläche ausgekoppelt werden.

10

Solche oberflächenstrukturierten Lichtemissionsdioden wurden zunächst so hergestellt, daß nach dem Aufwachsen der lichterzeugenden Halbleiterschichten auf einem Halbleitersubstrat und der oberen dicken, transparenten Halbleiterschicht eine
15 zentrale elektrische Kontaktfläche auf die Oberfläche der dicken Halbleiterschicht aufgebracht wurde. Anschließend wurde in den Bereichen außerhalb der zentralen Kontaktfläche durch Ätztechnik die Strukturierung der Oberfläche der dicken Halbleiterschicht vorgenommen, worauf die Substratrückseite
20 gedünnt und mit einem Rückseitenkontakt versehen wurde.

20

Diese Vorgehensweise erwies sich jedoch als nachteilig, da die dicke Halbleiterschicht, das sogenannte Fenster, durch die Strukturierung fragmentiert wird, wodurch sich die Stromaufweitung verschlechtert. Somit findet keine ausreichende
25 Verteilung des elektrischen Stromes in Bereiche außerhalb der zentralen Kontaktfläche statt, so daß die durch die Strukturierung verbesserte Lichtauskopplung durch die mangelnde Stromaufweitung kompensiert wird, so daß die Steigerung des Gesamtlichtflusses nicht wie gewünscht ausfällt.

30

Es ist demzufolge Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lichtemissionsdiode mit einer hohen effektiven Lichtauskopplung anzugeben. Insbesondere ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei einer Lichtemissionsdiode gleichzeitig
35 für eine gute räumliche Verteilung des initiierten elektrischen Stromes und für eine gute Auskopplung der optischen Lichtstrahlung zu sorgen.

35

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Demgemäß beschreibt die vorliegende Erfindung eine Lichtemissionsdiode mit einer Halbleiterschichtstruktur, enthaltend ein Substrat und mindestens eine auf dem Substrat geformte lichterzeugende Schicht und eine auf die lichterzeugende Schicht aufgebrachte, transparente Stromaufweitungsschicht, einer ersten elektrischen Kontaktschicht auf der Substratrückseite, und einer zweiten elektrischen Kontaktschicht, die auf der Stromaufweitungsschicht angeordnet ist, wobei die Oberfläche der Stromaufweitungsschicht eine vertikale Strukturierung zur Verbesserung der Lichtauskopplung aufweist, und die zweite elektrische Kontaktschicht eine laterale Struktur aufweist, mit welcher eine im wesentlichen homogene Einkopplung des elektrischen Stromes in die Stromaufweitungsschicht erzielt werden kann. Die Stromaufweitungsschicht ist vorzugsweise relativ dick, insbesondere in einem Bereich zwischen 5 und 80 μm .

Die Erfindung beruht somit auf einer Kombination einer Oberflächenstrukturierung des Halbleiters, die zur Lichtauskopplung beiträgt und einer verbesserten Stromaufweitungsschicht, die durch eine im weitesten Sinne zu einem metallischen Kontaktgitter geformte zweite elektrische Kontaktschicht gewährleistet wird. Unter Gitter ist hier und im folgenden nicht allein ein streng periodisches, geschlossenes Gitter, sondern auch einzelne Kontaktfinger oder eine andere zur Kontaktierung geeignete Führung von Metallstegen zu verstehen. Durch ein solches Gitter werden die Probleme der Stromaufweitung bei strukturierten Lichtemissionsdioden überwunden und die verbesserte Lichtauskopplung kommt voll zum Tragen.

Die vertikale Strukturierung der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht kann jede nur denkbare Form aufweisen. Mögliche Strukturen sind beispielsweise n-seitige Prismen, Pyramiden

oder Pyramidenstümpfe, Zylinder, Kegel, Kegelstümpfe und dergleichen.

Insbesondere kann die zweite elektrische Kontaktschicht eine
5 zentrale, insbesondere kreisrunde Kontaktfläche und eine zu dem Mittelpunkt der zentralen Kontaktfläche rotationssymmetrische Kontaktstruktur aus relativ schmalen Kontaktstegen und/oder Kontaktpunkten um die zentrale Kontaktfläche herum aufweisen. Die Rotationssymmetrie der Kontaktstruktur kann
10 dabei ganzzahlig sein und insbesondere der Rotationssymmetrie der Lichtemissionsdiode entsprechen. Der Regelfall ist eine rechteckförmige oder quadratische Lichtemissionsdiode, bei der die Kontaktstruktur eine vierzählige Symmetrie aufweist.

15 Die zweite elektrische Kontaktschicht kann sowohl in sich zusammenhängend ausgebildet oder auch in sich nicht zusammenhängend ausgebildet sein, wobei im letzteren Fall die nicht zusammenhängenden Abschnitte durch eine transparente, leitfähige Materialschicht, beispielsweise aus Indiumzinnoxid
20 (ITO), untereinander verbunden sind.

Die zweite elektrische Kontaktschicht kann sowohl auf strukturierten als auch auf unstrukturierten Abschnitten der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht angeordnet sein.

25

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

30 Fig. 1 eine schematische, vereinfachte Querschnittsdarstellung einer in einem Reflektor angeordneten erfindungsgemäßen oberflächenstrukturierten Lichtemissionsdiode;

35 Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel der zweiten elektrischen Kontaktschicht in einer Draufsicht auf die

strukturierte Lichtaustrittsfläche der Lichtemissionsdiode;

5 Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel für eine zweite elektrische Kontaktschicht in einer Draufsicht auf die strukturierte Lichtaustrittsfläche;

Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel einer zweiten elektrischen Kontaktschicht.

10

Die Fig. 1 zeigt einen LED-Chip 100, wie er in einem im Querschnitt kreis- oder parabelförmigen Reflektor 200 angeordnet ist, so daß die von ihm emittierten Lichtstrahlen sowohl auf direktem Wege abgestrahlt werden als auch durch den Reflektor 15 200 gesammelt und im wesentlichen in dieselbe Richtung emittiert werden. Im allgemeinen ist der LED-Chip 100 in einem Harzvergußmaterial eingebettet, so daß insbesondere an seiner lichtaustrittsseitigen Oberfläche eine Grenzfläche zwischen Halbleitermaterial und Harzvergußmaterial besteht. An dieser 20 Grenzfläche existiert ein relativ großer Brechungsindexsprung, so daß bereits bei relativ geringen Einfallswinkeln zur Normalen eine Totalreflexion eintritt. Diese totalreflektierten Strahlen sollen nach Möglichkeit durch die Seitenwände des LED-Chips 100 ausgekoppelt werden und von dem Reflektor 200 gesammelt werden können, anstatt in dem Substrat des LED-Chips 100 absorbiert zu werden. 25

Eine erfindungsgemäße Lichtemissionsdiode weist eine Halbleiterschichtstruktur mit einem lichtabsorbierenden oder transparenten Substrat 10 und mindestens einer auf dem Substrat 10 30 geformten lichterzeugenden Schicht 20 auf. Die lichterzeugende Schicht 20 wird durch einen pn-Übergang gebildet. Falls gewünscht, kann eine Einfach- oder Mehrfach-Quantentrogstruktur als lichterzeugende Schicht 20 vorgesehen sein. 35 Oberhalb der lichterzeugenden Schicht 20 wird eine relativ dicke, transparente Halbleiterschicht, die sogenannte Stromaufweitungsschicht 30 aufgewachsen. Auf der Substratrückseite

ist eine erste elektrische Kontaktschicht ganzflächig aufgebracht, während auf einem Abschnitt der Stromaufweitungsschicht 30 eine zweite elektrische Kontaktschicht 50 aufgebracht ist. Die Oberfläche der Stromaufweitungsschicht 30 weist eine Strukturierung 40 auf, durch die die Lichtauskopplung verbessert werden soll. In der Querschnittsansicht der Fig. 1 ist die Strukturierung 40 als eine Mehrzahl von Pyramiden dargestellt. Diese Pyramiden können $n \geq 3$ Seiten aufweisen, wobei im Grenzfall $n = \infty$ aus der Pyramide ein Kegel wird. Von dem entstehenden Gebilde kann auch die Spitze abgeschnitten werden, so daß ein Pyramidenstumpf oder ein Kegelstumpf entsteht. Auf die mit der Strukturierung 40 versehene Oberfläche der Stromaufweitungsschicht 30 wird eine zweite elektrische Kontaktschicht 50 derart aufgebracht, daß eine möglichst homogene Stromeinkopplung erzielt werden kann. Zu diesem Zweck wird die zweite elektrische Kontaktschicht 50 mit einer gitterförmigen Struktur aufgebracht. In den Fig. 2 bis 4 sind Ausführungsbeispiele für die Form der zweiten elektrischen Kontaktschicht beschrieben.

In den Fig. 2 bis 4 ist jeweils eine quadratisch geformte Lichtemissionsdiode in einer Draufsicht auf ihre Lichtaustrittsseite, d.h. auf die Oberfläche der mit der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50 versehenen Stromaufweitungsschicht 30, dargestellt. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 besteht die Strukturierung 40 aus einer Mehrzahl von matrixförmig angeordneten vierseitigen Pyramiden oder Pyramidenstämpfen. Die zweite elektrische Kontaktschicht 50 kann generell entweder auf unstrukturierten Bereichen der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht 30, also am Boden der Pyramiden, abgeschieden sein. Sie kann jedoch auch auf die Strukturierung 40 direkt aufgebracht sein. Vorzugsweise besteht die zweite elektrische Kontaktschicht 50 aus einer Kontaktlegierung, wie Au:Zn oder Au:Ge oder dergleichen. Die Ausführungsbeispiele der Fig. 2 bis 4 zeigen mögliche Formen der Struktur der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50, die aus einer zentralen, insbesondere kreisrunden oder quadratischen Kon-

taktfläche 51 und einer zu dem Mittelpunkt der zentralen Kontaktfläche 51 rotationssymmetrischen Gitterstruktur aus relativ schmalen Kontaktstegen 52, 53 oder Kontaktpunkten 54 um die zentrale Kontaktfläche 51 herum bestehen. Um eine möglichst homogene Einkopplung des elektrischen Stroms zu erzielen, weist die Gitterstruktur der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50 dabei eine eben solche Rotationssymmetrie wie die Lichtemissionsdiode selbst auf. Wenn daher die Lichtemissionsdiode wie in den Ausführungsbeispielen quadratisch geformt ist, somit vierzählige Symmetrie aufweist, so ist die Gitterstruktur der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50 ebenfalls mit vierzähliger Rotationssymmetrie um den Mittelpunkt der zentralen Kontaktfläche 51 geformt.

Besonders vorteilhaft hat sich die in Figur 2 dargestellte Ausbildung der Kontaktschicht 50 erwiesen. Bei diesem Ausführungsbeispiel weist die Kontaktschicht 50 einen äußeren und einen inneren umlaufenden Kontaktsteg 52 auf. Der äußere umlaufende Kontaktsteg 52 verläuft entlang dem Rand des Substrats 10. Der innere umlaufende Kontaktsteg 52 ist zwischen der zentralen Kontaktfläche 51 und dem äußeren umlaufenden Kontaktsteg 52 angeordnet. Der äußere umlaufende Kontaktsteg 52 und der innere umlaufende Kontaktsteg 52 sind untereinander und mit der zentralen Kontaktfläche 51 über in radiale Richtung verlaufende Kontaktstege 53 verbunden. Eine derartige Struktur hat sich als besonders vorteilhaft für die homogene Stromverteilung bei LED-Chips 100 mit quadratischem Querschnitt erwiesen, denn diese Ausbildung der elektrischen Kontaktschicht 50 vereint geometrische Einfachheit mit einer homogenen Stromverteilung.

Besonders vorteilhaft ist dabei, wenn der innere umlaufende Kontaktsteg 52 mittig zwischen dem äußeren umlaufenden Kontaktsteg 52 und der zentralen Kontaktfläche 51 angeordnet ist und wenn die radialen Kontaktstege 53 entlang den Seitenhalbierenden der Ränder der lichterzeugenden Schicht 20 verlaufen.

1999 P 4773

9

Die Gitterstruktur der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50 kann, wie in den Ausführungsbeispielen der Fig. 2 und 3, als zusammenhängende Struktur ausgebildet sein. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, daß die Struktur nicht zusammenhängend ist. Ein solches Ausführungsbeispiel ist in Fig. 4 dargestellt. Hier weist die Gitterstruktur eine kreisrunde zentrale Kontaktfläche 51 auf, die in vierzähliger Symmetrie von kreisrunden Kontaktpunkten 54 umgeben ist, die nicht direkt mit der zentralen Kontaktfläche 51 zusammenhängen. Um gleichwohl für derartige Ausführungsbeispiele einen elektrischen Kontakt zwischen den nicht zusammenhängenden Abschnitten der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50 herzustellen, wird nach dem Einlegieren der Kontaktflächen 51 und 54 eine zusätzliche dünne transparente elektrisch leitfähige Schicht, beispielsweise aus Indiumzinnoxid (ITO) auf die Struktur abgeschieden. Die Gitterstruktur der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50 kann aber auch anders geformt sein, beispielsweise eine Mäanderstruktur oder dergleichen aufweisen.

Die erfindungsgemäße Lichtemissionsdiode kann auf unterschiedliche Weise hergestellt werden. Da die zweite elektrische Kontaktschicht 50 im Prinzip auf der Strukturierung 40 abgeschieden werden kann, besteht die einfachste Herstellungsweise darin, zunächst die Oberfläche der Stromaufweitungsschicht 30 mit den beschriebenen Möglichkeiten zu strukturieren und anschließend die zweite elektrische Kontaktschicht 50 durch eine Schattenmaske, die einen Öffnungsbereich in der Form der gewünschten Struktur enthält, aufzudampfen oder in einen Sputter-Prozeß aufzubringen. Alternativ dazu kann auch die zweite elektrische Kontaktschicht 50 zunächst ganzflächig durch die genannten Prozesse aufgebracht werden und anschließend durch einen Lithographie- und Ätzschritt oder mittels Lift-Off-Technik strukturiert werden. Bei einer zweiten Herstellungsvariante wird die zweite elektrische Kontaktschicht 50 mit der gewünschten lateralen Struktur durch einen der vorgenannten Herstellungsprozesse auf die noch unstrukturierte Oberfläche der Stromaufweitungs-

10

schicht 30 aufgebracht und anschließend wird die vertikale Strukturierung der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht 30 vorgenommen, wobei zu beachten ist, daß die zweite elektrische Kontaktschicht 50 nicht beschädigt wird.

Patentansprüche

1. Lichtemissionsdiode (100), mit
- einer Halbleiterschichtstruktur enthaltend ein Substrat
5 (10) und mindestens eine auf dem Substrat (10) geformte
lichterzeugende Schicht (20) und eine auf die lichterzeu-
gende Schicht (20) aufgebraute, transparente Stromaufwei-
tungsschicht (30),
 - einer ersten elektrischen Kontaktschicht auf der Substrat-
10 rückseite, und
 - einer zweiten elektrischen Kontaktschicht (50), die auf der
Stromaufweitungsschicht (30) angeordnet ist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
 - die Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine verti-
15 kale Strukturierung (40) zur Verbesserung der Lichtauskopp-
lung aufweist, und
 - die zweite elektrische Kontaktschicht (50) eine laterale
Struktur aufweist, mit welcher eine im wesentlichen homo-
gene Einkopplung des elektrischen Stroms in die Stromauf-
20 weitungsschicht (30) erzielt werden kann.
2. Lichtemissionsdiode (100) nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
- die zweite elektrische Kontaktschicht (50) eine zentrale,
25 insbesondere kreisrunde oder quadratische Kontaktfläche (51)
und eine zu dem Mittelpunkt der zentralen Kontaktfläche (51)
rotationssymmetrische Kontaktstruktur (52; 53; 54) aus relativ
schmalen Kontaktstegen (52; 53) und/oder Kontaktpunkten (54)
um die zentrale Kontaktfläche (51) herum angeordnet ist.
- 30
3. Lichtemissionsdiode (100) nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
- die Rotationssymmetrie ganzzahlig ist und insbesondere der
Rotationssymmetrie der Lichtemissionsdiode entspricht.
- 35
4. Lichtemissionsdiode (100) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- die zweite elektrische Kontaktschicht (50) in sich zusammenhängend ausgebildet ist.

5 5. Lichtemissionsdiode (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- die zweite elektrische Kontaktschicht (50) in sich nicht zusammenhängend ist und durch eine transparente, leitfähige
- 10 Materialschicht untereinander verbunden ist.

6. Lichtemissionsdiode (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- 15 - die zweite elektrische Kontaktschicht (50) auf strukturierten und/oder unstrukturierten Abschnitten der Stromaufweitungsschicht angeordnet ist.

7. Lichtemissionsdiode (100) nach einem der vorhergehenden

20 Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- die vertikale Strukturierung (40) die Form von vorzugsweise regelmäßig angeordneten n-seitigen ($n \geq 3$) Pyramiden, Pyramidenstümpfen, Kegeln oder Kegelstümpfen aufweist.

25 8. Verfahren zur Herstellung einer Lichtemissionsdiode (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- auf einem Substrat (10) eine lichterzeugende Schicht (20)
- 30 und anschließend eine relativ dicke und transparente Stromaufweitungsschicht (30) aufgebracht wird und die Substratrückseite mit einer ersten elektrischen Kontaktschicht versehen wird,
- in der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine
- 35 vertikale Strukturierung (40) zur Verbesserung der Lichtauskopplung erzeugt wird,

- auf die strukturierte Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine zweite elektrische Kontaktschicht (50) mit der gewünschten lateralen Struktur aufgebracht wird.

5 9. Verfahren zur Herstellung einer Lichtemissionsdiode (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

- auf einem Substrat (10) eine lichterzeugende Schicht (20) und anschließend eine relativ dicke und transparente Stromaufweitungsschicht (30) aufgebracht wird und die Substratrückseite mit einer ersten elektrischen Kontaktschicht versehen wird,

- auf die Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine zweite elektrische Kontaktschicht (50) mit der gewünschten lateralen Struktur aufgebracht wird, und

- in der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine vertikale Strukturierung (40) außerhalb der Bereiche der zweiten elektrischen Kontaktschicht (50) zur Verbesserung der Lichtauskopplung erzeugt wird.

Zusammenfassung

Oberflächenstrukturierte Lichtemissionsdiode mit verbesserter Stromeinkopplung

5

Bei einer Lichtemissionsdiode (100) mit einer lichterzeugenden Schicht (20) und einer relativ dicken, transparenten Stromaufweitungsschicht (30) wird durch eine vertikale Strukturierung der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30)

10

eine Verbesserung der Lichtauskopplung erzielt und gleichzeitig durch eine zweite elektrische Kontaktschicht (50) mit einer verteilten, lateralen Struktur eine im wesentlichen homogene Einkopplung des elektrischen Stroms in die Stromaufweitungsschicht (30) erzielt.

15

FIG 2

FIG 1

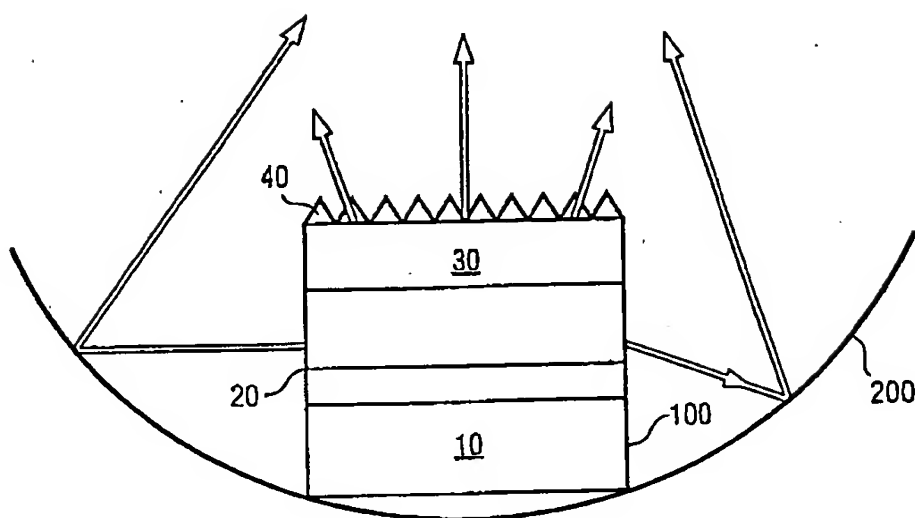


FIG 2

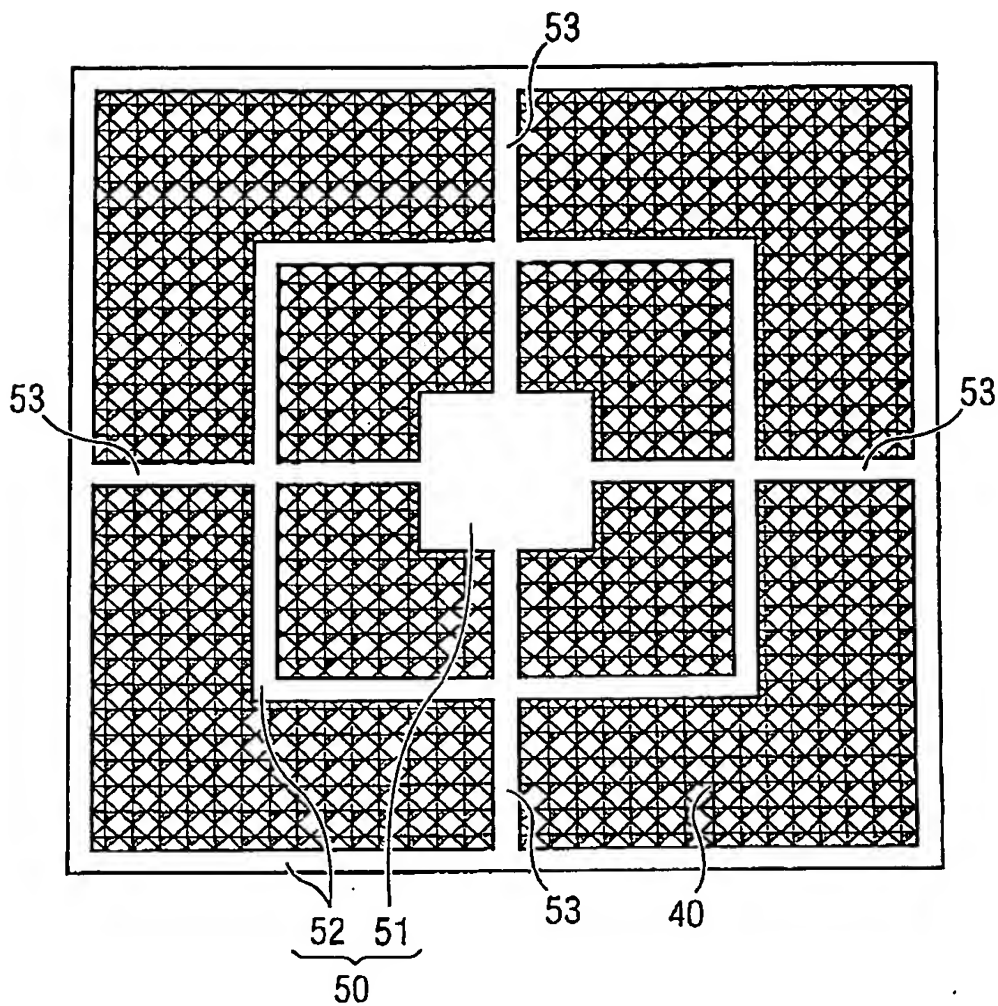


FIG 3

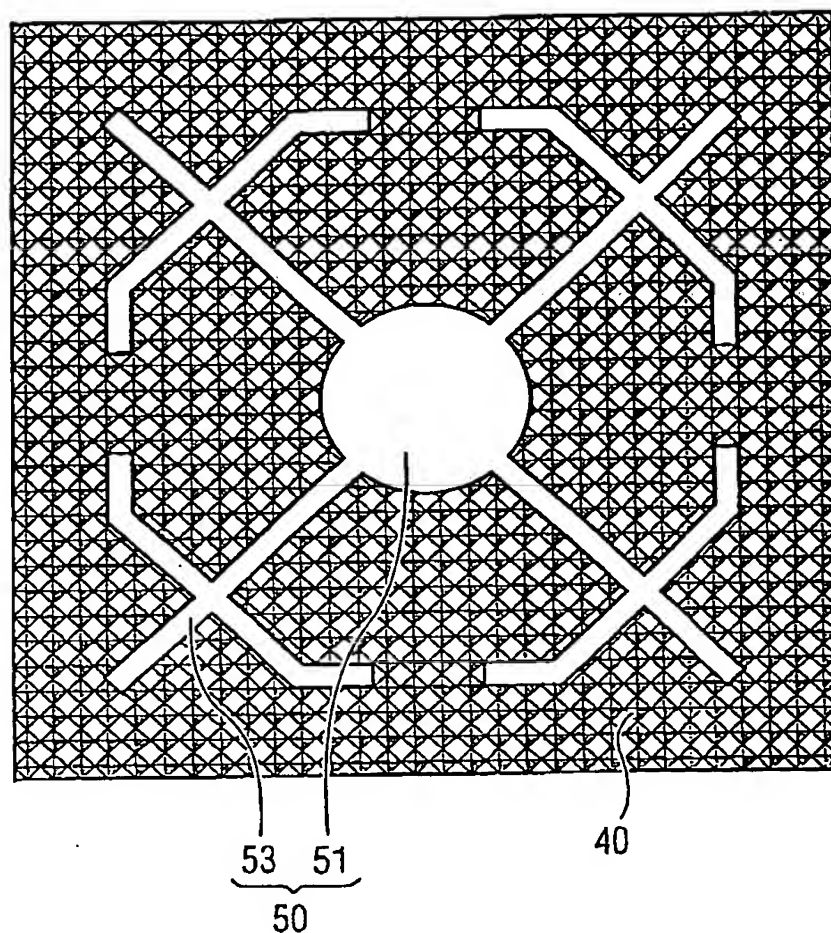


FIG 4

